

Arrangement for determining corrected movement data for a specified sequence of movement of a movable device, such as an industrial robot, uses computer unit for ascertaining corrected movement data via a reference device

Publication number: DE10133624

Publication date: 2002-01-24

Inventor: KLECK ROLF (DE)

Applicant: KLECK ROLF (DE)

Classification:


- **international:** **B25J9/16; B25J9/18; G05B19/408; B25J9/16; B25J9/18; G05B19/408;** (IPC1-7): B25J9/16


- **European:** B25J9/16T5; B25J9/16V1; G05B19/408A

Application number: DE20011033624 20010713

Priority number(s): DE20011033624 20010713; DE20001034189 20000713

Also published as:

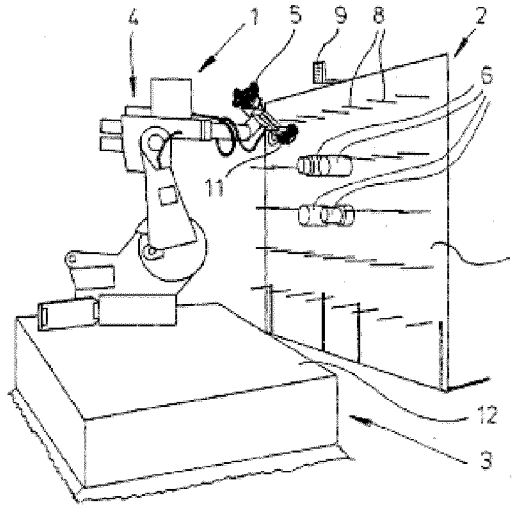
 EP1172183 (A2)

 EP1172183 (A3)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10133624

A device for ascertaining and calculating the corrected movement data for a specified sequence of movements of a movable device or tooling, has an image detection device, such as a digital camera (11) and a computer unit. The computer unit determines the corrected movement data via a reference device (9) according to controlled movement of the movable device. The reference device (9) shows unambiguous aspects of the image in a specified solid angle range, while the computer unit calculates a transformation specification for correction of the original movement data, from an actual image of the reference device (9) recorded by the image detection unit (11).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



Description of DE10133624

Print

Copy

Contact Us

Close

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention concerns a device for the determination a course of motion of a movable mechanism, z given by corrected transaction data for. B. a displaceable robot, a linear axle system etc., after one of a controlling of the movable mechanism not or not sufficiently the one such device enclosure as well as a movable mechanism after the generic term of the requirement 1 and a system from several movable mechanisms seized movement of the movable mechanism, an arrangement.

State of the art

The German patent specification DE 32 46 828 C2 reveals a mobile transport and handling mechanism, which exist of an automatically controllable, line-bound and within the range of stop act ions roughly positionable corridor promotion vehicle as well as a robot connected firmly with the corridor promotion vehicle, which are steered by a computer. In the further one a measuring instrument is intended, whose components are partially stationarily in the range of the stop act ions appropriate partially at the mechanism and and are determinable by which after the positioning of the mechanism at the retaining position the deviation of the actual position of the corridor promotion vehicle from the target position. By means of the computer one takes place the deviation of the actual of value of the desired value corresponding transformation of the handling coordinates in robotic control.

For the arrangement of the measuring instrument are a set of execution variants in the DE 32 46 828 C2 described. For example the measuring instrument exhibits a tracer with a plunger, which is at the grip arm of the robot attached and by this automatically to stationary points of reference or surfaces advancable. The actual position of the mechanism can be determined by touching these points or the surfaces. The moreover one becomes than measuring instrument a light emitter sends, a bundled ray of light diagonally on a reflecting measuring surface as well as a light receptor for the admission of the reflected jet suggested, whereby from the point of impact of the jet in the receiver the actual distance is determinable.

The completely mechanical determination of the actual position by means of the grip arm has the disadvantage that the position can be determined only so exactly, how it permits the repetition accuracy of the mechanics.

The optical determination of the actual position by a light emitter is to that extent unfavorable, for a three-dimensional collection of the position three measurements with differently in each case positioned transmitter are necessary, under what again the accuracy of the position collection suffers due to a limited mechanical repetition accuracy.

Task and advantages of the invention

▲ top The invention is the basis the task to be able comparatively more exactly and more economically to make the determination of corrected transaction data for a course of motion of a movable mechanism.

This task is solved by the characteristics of the requirement 1, 6, 10 and 13.

In the Unteransprüchen favourable and appropriate training further of the invention are indicated.

The invention goes first from a device to the determination from corrected transaction data for a given course of motion of a movable mechanism, z. B. Elements of a displaceable robot or a system, consisting of several linear axes, after one of the controlling of the movable mechanism not or not sufficiently seized movement of the movable mechanism out. Core thought invention lies now in the fact that picture version unit and computer unit planned are and computer unit after one of control movable mechanism not or not sufficiently seized movement corrected transaction data by reference means certainly, which at least in given solid angle range clearly zuordenbare picture opinions exhibit, as the computer unit does not calculate insufficiently seized movement and data of a reference picture of the reference means, with which the movable mechanism would implement a desired movement accordingly from Urbewegungsdaten stored in the computer unit, by data of an actual picture of the reference means in the positioned condition of the movable mechanism, taken up by the picture version unit, after that or a transformation regulation for the correction of the Urbewegungsdaten. By this proceeding it is possible, by only one picture recording, not or not sufficiently seized spatial change of position of a movable mechanism at a measuring point accurately to determine. For this measuring point, which corresponds to a roughly started position, the correction data for all Urbewegungsdaten, in this connection determined, are relevant. D. h., which can accomplish movable mechanism at the measuring point with Urbewegungsdaten wished movements, which must be corrected only once with a transformation regulation. Into the DE described optical method it requires 32 46 828 the measurement of at least three different measuring points whereby the result of measurement is unfavorably affected by the repetition accuracy of the mechanical system for starting these measuring points. The measures according to invention have beyond that the further advantage that they can be realized in a comparatively clearly more compact design. The moreover one this kind of the transaction data correction makes by means of a picture version unit the employment the same picture version unit and the same computer unit for object recognition, if the device is arranged at a robot for example, for the z possible. B. given objects to seize or work on is.

If the device according to invention is arranged for the determination of the spatial position for example at a displaceable robot with a transport vehicle without driver and a manipulator appropriate at the transport vehicle, this robot can after a rough positioning, z. B. over an inductive control system, trained courses of motion with corrected transaction data in the roughly positioned place (measuring point) nevertheless accurately accomplish and at the same time with the help of the picture version unit, z. B. workpieces, identify and if necessary in their situation, which can be worked on, recognize. D. h., in the case of a displaceable robot with manipulator it concerns a movable mechanism, i.e. the manipulator, those again movably and/or. is displaceable, because the manipulator is installed on a transport vehicle. In particular in such an arrangement the invention is favourable, since the transport vehicle can be brought by durable, fast working positioning means, which may be comparatively inaccurate, to a place of work, whereby a comparatively high accuracy of the movement of the manipulator is then reached by the adjustment of the Urbewegungsdaten of the manipulator on the place of work by means of the correction according to invention. The transport vehicle remains unchanged thereby in the roughly started employment position (measuring point). In order to receive an optimum correction of the path of a tool without mechanical influences, arranged at the manipulator, is suggested, positioning the picture version unit or the reference means directly at the tool.

For the realization of a comparatively economical structure the picture version unit can cover a video camera, in particular a digital video camera. However also a similar or digital camera can be used.

As computer unit a commercial PC can be used.

In particular with the employment of a digital video camera it is preferential, if the computer unit is laid out in addition, intending the transformation regulation for the correction of transaction data by a pixel comparison of the actual picture with the reference picture. With the help of the transformation regulation then z can. B. a bionic arm, on the basis of origin transaction data, also after one of a controlling of the robot did not seize movement of the bionic arm on the basis from corrected transaction data in accurate way given courses of motion nevertheless accomplish.

Preferably the computer unit is laid out for the determination of a transformation regulation in form of a shift vector in a three-dimensional coordinate system as well as of angle rotations around the three axes of coordinates, which stretch the coordinate system. By the shift vector and respective angle of rotation the movement of a movable mechanism in the area can be corrected regarding origin transaction data with sizes, in particular in connection with a robot, z. B. a 6-Achs-Knickarmroboter, for whose control are easily further-processable.

In an arrangement for the determination of corrected transaction data for a course of motion of a movable mechanism after reference means necessary of the controlling of the movable mechanism not or not sufficiently seized movement z know. B. a three-dimensional object with orientation elements, z. B. Object edges or additionally attached marking elements, cover. In addition as reference means the virtual picture of such an three-dimensional object is possible, in particular in form of a hologram. With the reference means it depends crucial on the fact that in a given solid angle range clearly zuordenbare picture opinions of a picture version unit can be taken up.

In a preferential execution form the picture version unit at the movable mechanism is arranged, against what the reference means are positioned separately from the movable mechanism.

The allocation of picture version unit and reference means can be however also exchanged. In this case the reference means are appropriate at the movable mechanism, against what the picture version unit is arranged separately from the movable unit.

If the picture version unit is positioned separately from the movable mechanism, it must be ensured that the graphic data reach one if necessary at the movable mechanism planned control computer always reliably.

In both cases both the picture version unit and the reference means can be arranged movably at an admission. This presupposes however that the position during a spatial change of position of the reference means or the picture version unit with the computation of a transformation regulation for transaction data of the movable mechanism with are considered.

▲ top

During the mounting of the device for the determination of corrected transaction data at a movable mechanism, in particular at a mobile robot with a transport vehicle without driver and a manipulator, appropriate described above, at the transport vehicle the picture version system can be attached either at the transport vehicle without driver, at the manipulator or at a tool arranged at the manipulator. The mounting of the picture version unit at the manipulator is favourable if only a displaceable robot has to serve one or more stop act ions. In this case the picture version unit can be attached also at the transport vehicle, whereby the manipulator can be positioned then only in the context of its repetition accuracy.

However several displaceable robots are used, all this on a set of tools (z. B. Grip arms or working on tools) to access are, are preferential it in the further one, if the picture version means are directly at the tool, in particular appropriate as additional picture version means. The accuracy is not impaired by this measure a repetition accuracy of the mechanical system of the manipulator limited by processing steps by or by the fact that the same tool is attached at different robots in if necessary easily differently out-arranged photographs.

At the positions, which were just suggested for the picture version unit, can also instead the reference means to be positioned. In this case the picture version unit is to be attached separately from the movable mechanism preferably stationarily.

Also according to invention a system of movable mechanisms, in particular displaceable robots, can be realized, with which itself the movable mechanisms respectively the robots z. B. at a multiplicity of different reference means or over several distribute arranged picture version units orient to be steered.

The employment of the device for the determination of corrected transaction data for a course of motion of a movable mechanism, described above, is however not necessarily limited to displaceable robots exemplarily specified. Such a device can come also to the transaction data correction of linear axles or automatic Schwerlastkränen to the employment. Thereby for example positioning tolerances, which are actually not avoidable by the necessary mechanical elasticity of such mechanisms, can be corrected.

Designs

A remark example of the invention is represented and under indication of further advantages and details more near described in the designs.

Show

Fig. 1 a displaceable robot at a retaining station with a reference body in a schematic spatial representation and

Fig. 2 a scrap view of the robot with reference body from diagonally down.

Description of the remark example

In Fig. 1 is represented a displaceable robot 1 before a retaining station 2. The displaceable robot covers a transport vehicle without driver 3, on which a 6-Achs folding arm manipulator 4 is located. At the front end of the folding arm manipulator 4 a tool 5 is attached, with which workpieces can be taken up 6, which are removably stored at the retaining station 2 7 bars 8 attached on at a wall.

At the top margin of the wall 7 an angular reference body is 9 with markings 10 (see. for this Fig. 2) positioned. At the tool 5 a digital camera 11 is installed.

The transport vehicle without driver 3 knows z. B. by inductive guidance mechanisms (not represented) roughly before the retaining station 2 to be positioned. At the retaining station 2 over the digital camera 11 a picture is taken up by the reference body 10. In the not represented computer unit by the data of the taken up picture of the reference body 10 and data of a reference picture of the reference means, with which the tool 5 would implement a trained movement accordingly from Urbewegungsdaten stored in the computer unit, a transformation regulation is calculated for the correction of the Urbewegungsdaten. With the application of this transformation regulation to the Urbewegungsdaten one receives corrected transaction data, by which a trained course of motion is then implemented ideally.

By the markings the reference body within a certain solid angle range possesses 12 on the reference body 9 clearly zuordenbare picture opinions. This permits to win from the current picture of the reference body 9 after a rough positioning of the displaceable robot data which can be set clearly to data of a reference picture in purchase, in order from this the transformation regulation for the Urbewegungsdaten to the not represented computer to receive. Preferably for transformation a shift vector in a three-dimensional right-angled coordinate system is determined as well as three angle rotations around the axes of coordinates, which stretch the coordinate system.

With this knowledge the tool 5 in different positions of the transport vehicle without driver can the workpieces 6 at the wall 7 over the manipulator 4 by in each case a transformation regulation which can be calculated again for a position of the transport vehicle without driver start, if necessary take up and if desired, on a prepared transportation range 12 beside the manipulator 4 at the transport vehicle without driver 3, z. B. on a not represented pallet, placing. Movements, which the tool 5 at the manipulator 4 exercises, always by shift vector and three angle rotations corrected, with which they finally with movements agree, which were trained in the position, in which the reference picture was taken up, the robot.

By the determination of a transformation regulation in the three-dimensional area by only the admission of only one picture by means of an optical logging system, the z. B. to be rigidly appropriate to a tool or a manipulator, is not loaded the corrected course of motion can not by mechanical repeating inaccuracies, which arise if for example according to the DE 32 46 828 C2 the manipulator must move a plunger to the position collection if necessary three times to points of reference or an optical system has to start three points of reference.

The accuracy of the corrected course of motion by the proceeding according to invention can be still further improved, by during a course of motion of the manipulator (z. B. while a working on tool is to be attached over the tool 5 of the manipulator 4 at a processing machine) the picture version fig. 11 photographs of the attachment place of the working on tool makes, whose compares data with the data of a well-known picture, with which the path admits to the attachment place accurately is and if necessary thereupon by the computer a position correction is made again, if by the data of the current picture and the data of the reference picture deviations are calculated.

▲ top

By the employment of a picture version fig. z. B. in form of a digital camera the system is also in a the position to implement an object recognition whereby the correcting device according to invention is supplied to an additional intended purpose. Normally an additional optical system at the robot must be planned for the supply of an object recognition, what increases the susceptibility of the system and drives finally the costs up.

Reference symbol list

- 1 displaceable robot
- 2 retaining station
- 3 transport vehicle without driver
- 4 manipulator
- 5 tool
- 6 workpiece
- 7 wall
- 8 bar
- 9 reference bodies
- 10 marking
- 11 digital camera
- 12 transportation range



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 33 624 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 25 J 9/16

②1 Aktenzeichen: 101 33 624.1
②2 Anmeldetag: 13. 7. 2001
④3 Offenlegungstag: 24. 1. 2002

DE 101 33 624 A 1

⑥6 Innere Priorität:
100 34 189. 6 13. 07. 2000

⑦1 Anmelder:
Kleck, Rolf, 88213 Ravensburg, DE

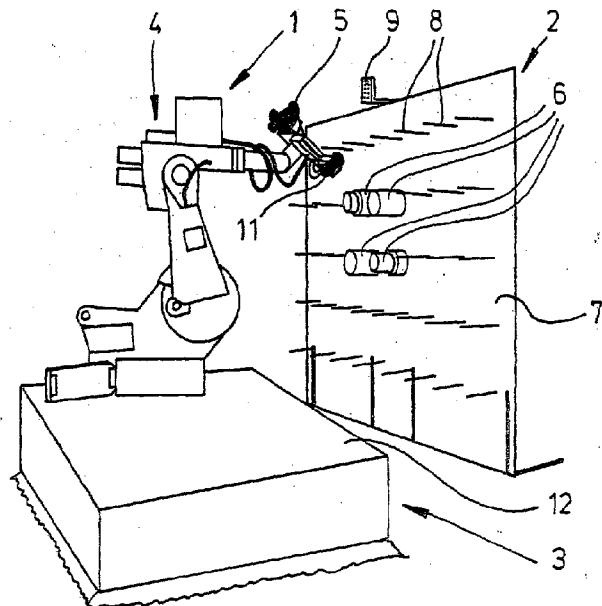
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Eisele, Dr. Otten, Dr. Roth & Dr.
Dobler, 88212 Ravensburg

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Vorrichtung und Anordnung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen vorgegebenen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung sowie bewegbare Einrichtung und System aus bewegbaren Einrichtungen

⑤7 Es wird eine Vorrichtung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung (5) nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung (5) nicht ausreichend erfassten Bewegung der bewegbaren Einrichtung (5) vorgeschlagen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung vergleichsweise genauer und kostengünstiger vornehmen zu können. Zur Lösung der Aufgabe umfasst die Vorrichtung eine Bilderfassungseinheit (11) und eine Rechneinheit, wobei die Rechneinheit nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung korrigierte Bewegungsdaten mit Hilfe von Bezugsmitteln (9) bestimmt, die wenigstens in einem vorgegebenen Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichtenaufweisen, indem die Rechneinheit aus Daten von einem durch die Bilderfassungseinheit (11) aufgenommenen Ist-Bild der Bezugsmittel (9) nach der nicht oder unzureichend erfassten Bewegung und Daten eines Bezugsbildes der Bezugsmittel (9), bei dem die bewegbare Einrichtung eine eingelernte Bewegung entsprechend von in der Rechneinheit abgelegten Urbewegungsdaten ausführen würde, eine Transformationsvorschrift zur Korrektur der Urbewegungsdaten errechnet. Des Weiteren wird eine Anordnung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung mit Bezugsmitteln (9) ...



DE 101 33 624 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen vorgegebenen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung, z. B. eines verfahrbaren Roboters, eines Linearachsensystems usw., nach einer von einer Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung der bewegbaren Einrichtung, eine Anordnung, die eine solche Vorrichtung umfasst sowie eine bewegbare Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein System aus mehreren bewegbaren Einrichtungen.

Stand der Technik

[0002] Die deutsche Patentschrift DE 32 46 828 C2 offenbart eine mobile Transport- und Handhabungseinrichtung, die aus einem automatisch steuerbaren, liniengebundenen und im Bereich von Haltestationen grob positionierbaren Flurförderfahrzeug sowie einem mit dem Flurförderfahrzeug fest verbundenen Industrieroboter besteht, der durch einen Rechner gesteuert wird. Im Weiteren ist eine Messanordnung vorgesehen, deren Komponenten zum Teil an der Einrichtung und zum Teil ortsfest im Bereich der Haltestationen angebracht sind und durch welche nach der Positionierung der Einrichtung an der Halteposition die Abweichung der Ist-Position des Flurförderfahrzeugs von der Soll-Position ermittelbar ist. Mittels des Rechners erfolgt eine der Abweichung des Ist-Wertes vom Soll-Wert entsprechende Transformation der Handhabungskordinaten in der Robotersteuerung.

[0003] Für die Ausgestaltung der Messanordnung sind eine Reihe von Ausführungsvarianten in der DE 32 46 828 C2 beschrieben. Beispielsweise weist die Messanordnung einen Taster mit einem Taststift auf, der am Greifer des Roboters angebracht und von diesem automatisch an ortsfeste Referenzpunkte oder Flächen heranführbar ist. Durch das Antasten dieser Punkte oder der Flächen kann die Ist-Position der Einrichtung ermittelt werden. Des Weiteren wird als Messanordnung ein Lichtsender, der einen gebündelten Lichtstrahl schräg auf eine reflektierende Messfläche sendet sowie ein Lichtempfänger zur Aufnahme des reflektierten Strahls vorgeschlagen, wobei aus dem Auftreffpunkt des Strahls im Empfänger die Ist-Entfernung ermittelbar ist.

[0004] Die vollständig mechanische Bestimmung der Ist-Position mittels des Greifers hat den Nachteil, dass die Position nur so genau bestimmt werden kann, wie es die Wiederholgenauigkeit der Mechanik zulässt.

[0005] Die optische Bestimmung der Ist-Position durch einen Lichtsender ist insofern nachteilig, als dass für eine dreidimensionale Erfassung der Position drei Messungen mit jeweils unterschiedlich positioniertem Sender notwendig sind, worunter wiederum die Genauigkeit der Positionserfassung aufgrund einer begrenzten mechanischen Wiederholgenauigkeit leidet.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung vergleichsweise genauer und kostengünstiger vornehmen zu können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, 6, 10 und 13 gelöst.

[0008] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

[0009] Die Erfindung geht zunächst von einer Vorrichtung

zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen vorgegebenen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung, z. B. Elementen eines verfahrbaren Roboters oder eines Systems, bestehend aus mehreren Linearachsen, nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung der bewegbaren Einrichtung aus. Der Kerngedanke der Erfindung liegt nun darin, dass eine Bilderfassungseinheit und eine Rechneinheit vorgesehen sind und die Rechneinheit nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung die korrigierten Bewegungsdaten mit Hilfe von Bezugsmitteln bestimmt, die wenigstens in einem vorgegebenen Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichten aufweisen, indem die Rechneinheit aus Daten von einem durch die Bilderfassungseinheit aufgenommenen Ist-Bild der Bezugsmittel im positionierten Zustand der bewegbaren Einrichtung nach der nicht oder unzureichend erfassten Bewegung und Daten eines Bezugsbildes der Bezugsmittel, bei dem die bewegbare Einrichtung eine gewünschte Bewegung entsprechend von in der Rechneinheit abgelegten Urbewegungsdaten ausführen würde, eine Transformationsvorschrift zur Korrektur der Urbewegungsdaten errechnet. Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, durch eine einzige Bildaufnahme, die nicht oder nicht ausreichend erfasste räumliche Positionsänderung einer bewegbaren Einrichtung an einer Messstelle exakt zu bestimmen. Für diese Messstelle, die einer grob angefahrenen Position entspricht, sind die diesbezüglich ermittelten Korrekturdaten für alle Urbewegungsdaten maßgeblich. D. h., die bewegbare Einrichtung kann an der Messstelle mit Urbewegungsdaten gewünschte Bewegungen durchführen, die lediglich einmal mit einer Transformationsvorschrift korrigiert werden müssen. Die in der DE 32 46 828 beschriebene optische Methode bedarf der Vermessung von mindestens drei verschiedenen Messstellen, wodurch das Messergebnis von der Wiederholgenauigkeit des mechanischen Systems zum Anfahren dieser Messstellen nachteilig beeinflusst wird. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen haben darüber hinaus den weiteren Vorteil, dass sie sich in einer vergleichsweise deutlich kompakteren Bauform realisieren lassen. Des Weiteren ermöglicht diese Art der Bewegungsdatenkorrektur mittels einer Bilderfassungseinheit den Einsatz derselben Bilderfassungseinheit und derselben Rechneinheit zur Objekterkennung, wenn die Vorrichtung beispielsweise an einem Roboter angeordnet ist, der z. B. vorgegebene Objekte greifen oder bearbeiten soll.

[0010] Wird die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der räumlichen Position beispielsweise an einem verfahrbaren Roboter mit einem fahrerlosen Transportfahrzeug und einem am Transportfahrzeug angebrachten Manipulator angeordnet, kann dieser Roboter nach einer Grobpositionierung, z. B. über ein induktives Leitsystem, eingelernte Bewegungsabläufe mit korrigierten Bewegungsdaten an der grob positionierten Stelle (Messstelle) dennoch exakt durchführen und zugleich mit Hilfe der Bilderfassungseinheit, z. B. zu bearbeitende Werkstücke, identifizieren und gegebenenfalls in ihrer Lage erkennen. D. h., im Fall eines verfahrbaren Roboters mit Manipulator handelt es sich um eine bewegbare Einrichtung, nämlich den Manipulator, die selbst nochmals bewegbar bzw. verfahrbar ist, denn der Manipulator ist auf einem Transportfahrzeug montiert. Insbesondere in einer solchen Ausgestaltung ist die Erfindung vorteilhaft, da das Transportfahrzeug durch robuste, schnell arbeitende Positioniermittel, die vergleichsweise ungenau sein dürfen, an einen Einsatzort gebracht werden kann, wobei dann eine vergleichsweise hohe Genauigkeit der Bewegung des Manipulators durch die Anpassung der Urbewe-

gungsdaten des Manipulators auf den Einsatzort über die erfindungsgemäße Korrektur erreicht wird. Das Transportfahrzeug bleibt dabei unverändert in der grob angefahrenen Einsatzposition (Messstelle). Um eine bestmögliche Korrektur der Bewegungsbahn eines am Manipulator angeordneten Werkzeugs ohne mechanische Einflüsse zu erhalten, wird vorgeschlagen, die Bilderfassungseinheit oder die Bezugsmittel direkt am Werkzeug zu positionieren.

[0011] Zur Realisierung eines vergleichsweise kostengünstigen Aufbaus kann die Bilderfassungseinheit eine Videokamera, insbesondere eine digitale Videokamera umfassen. Es kann jedoch auch eine analoge oder digitale Kamera eingesetzt werden.

[0012] Als Rechneinheit kann ein handelsüblicher PC eingesetzt werden.

[0013] Insbesondere beim Einsatz einer digitalen Videokamera ist es bevorzugt, wenn die Rechneinheit dazu ausgelegt ist, die Transformationsvorschrift zur Korrektur der Bewegungsdaten durch einen Pixelvergleich des Ist-Bildes mit dem Bezugsbild zu bestimmen. Mit Hilfe der Transformationsvorschrift kann dann z. B. ein Roboterarm, ausgehend von Ursprungsbewegungsdaten, auch nach einer von einer Steuerung des Roboters nicht erfassten Bewegung des Roboterarms anhand von korrigierten Bewegungsdaten dennoch in exakter Weise vorgegebene Bewegungsabläufe durchführen.

[0014] Vorzugsweise ist die Rechneinheit zur Ermittlung einer Transformationsvorschrift in Form eines Verschiebungsvektors in einem dreidimensionalen Koordinatensystem sowie von Winkeldrehungen um die drei Koordinatenachsen ausgelegt, die das Koordinatensystem aufspannen. Durch den Verschiebungsvektor und jeweiligen Drehwinkel lässt sich die Bewegung einer bewegbaren Einrichtung im Raum in Bezug auf Ursprungsbewegungsdaten mit Größen korrigieren, die insbesondere im Zusammenhang mit einem Roboter, z. B. einem 6-Achs-Knickarmroboter, für dessen Ansteuerung leicht weiterverarbeitbar sind.

[0015] Die in einer Anordnung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung notwendigen Bezugsmittel können z. B. ein dreidimensionales Objekt mit Orientierungselementen, z. B. Objektkanten oder zusätzlich angebrachte Markierungselementen, umfassen. Als Bezugsmittel ist außerdem das virtuelle Bild eines solchen dreidimensionalen Objekts möglich, insbesondere in Form eines Hologramms. Bei den Bezugsmitteln kommt es entscheidend darauf an, dass in einem vorgegebenen Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichten von einer Bilderfassungseinheit aufgenommen werden können.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Bilderfassungseinheit an der bewegbaren Einrichtung angeordnet, wogegen die Bezugsmittel getrennt von der bewegbaren Einrichtung positioniert sind.

[0017] Die Zuordnung von Bilderfassungseinheit und Bezugsmittel kann jedoch auch vertauscht werden. In diesem Fall sind an der bewegbaren Einrichtung die Bezugsmittel angebracht, wogegen die Bilderfassungseinheit getrennt von der bewegbaren Einheit angeordnet ist.

[0018] Für den Fall, dass die Bilderfassungseinheit getrennt von der bewegbaren Einrichtung positioniert ist, muss gewährleistet werden, dass die Bilddaten einen gegebenenfalls an der bewegbaren Einrichtung vorgesehenen Steuerrechner immer sicher erreichen.

[0019] In beiden Fällen können sowohl die Bilderfassungseinheit als auch die Bezugsmittel bewegbar an einer Aufnahme angeordnet werden. Dies setzt jedoch voraus,

dass die Position bei einer räumlichen Positionsänderung der Bezugsmittel oder der Bilderfassungseinheit bei der Berechnung einer Transformationsvorschrift für Bewegungsdaten der bewegbaren Einrichtung mit berücksichtigt werden.

[0020] Bei der Anbringung der oben beschriebenen Vorrichtung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten an einer bewegbaren Einrichtung, insbesondere an einem fahrbaren Roboter mit einem fahrerlosen Transportfahrzeug und einem am Transportfahrzeug angebrachten Manipulator kann das Bilderfassungssystem entweder am fahrerlosen Transportfahrzeug, am Manipulator oder an einem am Manipulator angeordneten Werkzeug angebracht werden. Die Anbringung der Bilderfassungseinheit am Manipulator ist dann vorteilhaft, wenn nur ein verfahrbarer Roboter eine oder mehrere Haltestationen zu bedienen hat. In diesem Fall kann die Bilderfassungseinheit auch am Transportfahrzeug selber angebracht werden, wobei sich der Manipulator dann nur im Rahmen seiner Wiederholgenauigkeit positionieren lässt.

[0021] Werden jedoch mehrere verfahrbare Roboter eingesetzt, die alle auf eine Reihe von Werkzeuge (z. B. Greifer oder Bearbeitungswerkzeuge) zugreifen sollen, ist es im Weiteren bevorzugt, wenn die Bilderfassungsmittel unmittelbar am Werkzeug, insbesondere als zusätzliche Bilderfassungsmittel angebracht sind. Durch diese Maßnahme wird die Genauigkeit von Arbeitsgängen nicht durch eine begrenzte Wiederholgenauigkeit des mechanischen Systems des Manipulators oder dadurch beeinträchtigt, dass das selbe Werkzeug an verschiedenen Robotern in gegebenenfalls leicht unterschiedlich ausgestalteten Aufnahmen angebracht ist.

[0022] An den Positionen, die soeben für die Bilderfassungseinheit vorgeschlagen wurden, können auch stattdessen die Bezugsmittel positioniert werden. In diesem Fall ist die Bilderfassungseinheit getrennt von der bewegbaren Einrichtung vorzugsweise ortsfest anzubringen.

[0023] Erfindungsgemäß kann auch ein System bewegbarer Einrichtungen, insbesondere verfahrbare Roboter, realisiert werden, bei welchem sich die bewegbaren Einrichtungen respektive die Roboter z. B. an einer Vielzahl von unterschiedlichen Bezugsmitteln orientieren oder über mehrere verteilt angeordnete Bilderfassungseinheiten gesteuert werden.

[0024] Der Einsatz der oben beschriebenen Vorrichtung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung ist jedoch nicht notwendigerweise auf beispielhaft genannte verfahrbare Roboter beschränkt. Eine solche Vorrichtung kann auch zur Bewegungsdatenkorrektur von Linearachsen oder automatischen Schwerlastkränen zum Einsatz kommen. Hierdurch lassen sich beispielsweise Positioniertoleranzen, die durch die notwendige mechanische Elastizität solcher Einrichtungen an sich nicht vermeidbar sind, korrigieren.

Zeichnungen

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten näher erläutert.

[0026] Es zeigen

[0027] Fig. 1 einen verfahrbaren Roboter an einer Haltestation mit einem Bezugskörper in einer schematischen räumlichen Darstellung und

[0028] Fig. 2 eine Teilansicht des Roboters mit Bezugskörper von schräg unten.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0029] In **Fig. 1** ist ein verfahrbarer Roboter **1** vor einer Haltestation **2** dargestellt. Der verfahrbare Roboter umfasst ein fahrerloses Transportfahrzeug **3**, auf dem ein 6-Achs-Knickarmmanipulator **4** angeordnet ist. Am vorderen Ende des Knickarmmanipulators **4** ist ein Werkzeug **5** angebracht, mit welchem Werkstücke **6** aufgenommen werden können, die an der Haltestation **2** auf einer Wand **7** angebrachten Stangen **8** abnehmbar gelagert sind.

[0030] Am oberen Rand der Wand **7** ist ein winkelförmiger Bezugskörper **9** mit Markierungen **10** (vgl. hierzu **Fig. 2**) positioniert. Am Werkzeug **5** ist eine Digitalkamera **11** montiert.

[0031] Das fahrerlose Transportfahrzeug **3** kann z. B. durch induktive Leiteinrichtungen (nicht dargestellt) grob vor der Haltestation **2** positioniert werden. An der Haltestation **2** wird über die digitale Kamera **11** ein Bild vom Bezugskörper **9** aufgenommen. In der nicht dargestellten Rechneinheit wird aus den Daten des aufgenommenen Bildes des Bezugskörpers **9** und Daten eines Bezugsbildes der Bezugsmittel, bei dem das Werkzeug **5** eine eingelernte Bewegung entsprechend von in der Rechneinheit abgelegten Urbewegungsdaten ausführen würde, eine Transformationsvorschrift zur Korrektur der Urbewegungsdaten errechnet. Bei der Anwendung dieser Transformationsvorschrift auf die Urbewegungsdaten erhält man korrigierte Bewegungsdaten, durch die dann ein eingelernter Bewegungsablauf ideal ausgeführt wird.

[0032] Durch die Markierungen **12** auf dem Bezugskörper **9** besitzt der Bezugskörper in einem bestimmten Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichten. Dies erlaubt dem nicht dargestellten Rechner, aus dem aktuellen Bild des Bezugskörpers **9** nach einer groben Positionierung des verfahrbaren Roboters Daten zu gewinnen, die eindeutig zu Daten eines Bezugsbildes in Bezug gesetzt werden können, um hieraus die Transformationsvorschrift für die Urbewegungsdaten zu erhalten. Vorzugsweise wird zur Transformation ein Verschiebungsvektor in einem dreidimensionalen rechtwinkligen Koordinatensystem ermittelt sowie drei Winkeldrehungen um die Koordinatenachsen, welche das Koordinatensystem aufspannen.

[0033] Mit dieser Kenntnis kann das Werkzeug **5** in unterschiedlichen Positionen des fahrerlosen Transportfahrzeugs über den Manipulator **4** durch eine jeweils für eine Position des fahrerlosen Transportfahrzeugs neu zu errechnende Transformationsvorschrift die Werkstücke **6** an der Wand **7** anfahren, gegebenenfalls aufnehmen und falls gewünscht, auf einem vorbereiteten Transportbereich **12** neben dem Manipulator **4** am fahrerlosen Transportfahrzeug **3**, z. B. auf einer nicht dargestellten Palette, ablegen. Dabei werden die Bewegungen, die das Werkzeug **5** am Manipulator **4** ausübt, immer durch den Verschiebungsvektor und die drei Winkeldrehungen korrigiert, womit sie letztendlich mit Bewegungen übereinstimmen, die in der Stellung, in welcher das Bezugsbild aufgenommen wurde, dem Roboter eingelernt worden sind.

[0034] Durch die Ermittlung einer Transformationsvorschrift im dreidimensionalen Raum durch lediglich die Aufnahme eines einzigen Bildes mittels eines optischen Erfassungssystems, das z. B. starr an einem Werkzeug oder Manipulator angebracht sein kann, ist der korrigierte Bewegungsablauf nicht durch mechanische Wiederholungsgenauigkeiten belastet, die dann auftreten, wenn beispielsweise entsprechend der DE 32 46 828 C2 der Manipulator zur Positionserfassung einen Taststift gegebenenfalls dreimal an Referenzpunkte bewegen muss oder ein optisches System drei Referenzpunkte anzufahren hat.

[0035] Die Genauigkeit des korrigierten Bewegungsablaufs durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise kann noch weiter verbessert werden, indem während eines Bewegungsablaufs des Manipulators (z. B. während ein Bearbeitungswerkzeug über das Werkzeug **5** des Manipulators **4** an einer Bearbeitungsmaschine angebracht werden soll) die Bilderfassungseinheit **11** Aufnahmen vom Anbringungsort des Bearbeitungswerkzeugs macht, dessen Daten mit den Daten eines bekannten Bildes vergleicht, bei welchem die Bewegungsbahn zum Anbringungsort exakt bekannt ist und gegebenenfalls daraufhin vom Rechner nochmals eine Positionskorrektur vorgenommen wird, falls aus den Daten des aktuellen Bildes und den Daten des Bezugsbildes Abweichungen errechnet werden.

[0036] Durch den Einsatz einer Bilderfassungseinheit z. B. in Form einer digitalen Kamera ist das System auch in der Lage, eine Objekterkennung auszuführen, wodurch die erfindungsgemäße Korrigiervorrichtung einem zusätzlichen Verwendungszweck zugeführt wird. Normalerweise muss zur Bereitstellung einer Objekterkennung ein zusätzliches optisches System am Roboter vorgesehen werden, was die Anfälligkeit des Systems erhöht und letztendlich die Kosten in die Höhe treibt.

Bezugszeichenliste

- 1 verfahrbarer Roboter
- 2 Haltestation
- 3 fahrerloses Transportfahrzeug
- 4 Manipulator
- 5 Werkzeug
- 6 Werkstück
- 7 Wand
- 8 Stange
- 9 Bezugskörper
- 10 Markierung
- 11 Digitalkamera
- 12 Transportbereich

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen vorgegebenen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung (**5**) nach einer von einer Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung der bewegbaren Einrichtung (**5**), **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bilderfassungseinheit (**11**) und eine Rechneinheit vorgesehen sind, und die Rechneinheit nach der von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung korrigierte Bewegungsdaten mit Hilfe von Bezugsmitteln (**9**) bestimmt, die wenigstens in einem vorgegebenen Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichten aufweisen, indem die Rechneinheit aus Daten von einem durch die Bilderfassungseinheit (**11**) aufgenommenen Ist-Bild der Bezugsmittel (**9**) im positionierten Zustand der bewegbaren Einrichtung (**5**) nach der nicht oder unzureichend erfassten Bewegung und Daten eines Bezugsbildes der Bezugsmittel (**9**), bei dem die bewegbare Einrichtung eine gewünschte Bewegung entsprechend von in der Rechneinheit abgelegten Urbewegungsdaten ausführen würde, eine Transformationsvorschrift zur Korrektur der Urbewegungsdaten errechnet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungseinheit eine Kamera oder eine Videokamera (**11**) umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, dass die Rechneinheit ein handelsüblicher PC ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechneinheit dazu ausgelegt ist, die Transformationsvorschrift durch einen Pixel-Vergleich des Ist-Bildes mit dem Bezugsbild zu bestimmen. 5

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechneinheit zur Ermittlung einer Transformationsvorschrift in Form eines Verschiebungsvektors in einem dreidimensionalen Koordinatensystem sowie von Winkeldrehungen um die drei Koordinatenachsen ausgelegt ist, die das Koordinatensystem aufspannen. 10

6. Anordnung zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für einen Bewegungsablauf einer bewegbaren Einrichtung (5) mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche sowie mit Bezugsmittel (9), die wenigstens in einem vorgegebenen Raumwinkelbereich eindeutig zuordenbare Bildansichten aufweisen. 15 20

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugsmittel ein dreidimensionales Objekt mit Orientierungselementen oder dessen virtuelles Bild umfassen. 25

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugsmittel (9) an der bewegbaren Einrichtung (5) und die Bilderfassungseinheit (11) getrennt von der bewegbaren Einrichtung (5) angeordnet ist. 30

9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungseinheit (11) an der bewegbaren Einrichtung (5) und die Bezugsmittel (9) getrennt von der bewegbaren Einrichtung (5) angeordnet sind. 35

10. Bewegbare Einrichtung, insbesondere verfahrbare Roboter mit einem fahrerlosen Transportfahrzeug (3) und einem am Transportfahrzeug angebrachten Manipulator (4), dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung von korrigierten Bewegungsdaten für die bewegbare Einrichtung (5) nach einer von der Steuerung der bewegbaren Einrichtung nicht oder nicht ausreichend erfassten Bewegung eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 vorgesehen ist. 40

11. Bewegbare Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugsmittel (9) an der bewegbaren Einrichtung (5) angeordnet sind. 45

12. Bewegbare Einrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungseinheit (11) an der bewegbaren Einrichtung (5) angeordnet ist. 50

13. System aus mehreren bewegbaren Einrichtungen, insbesondere verfahrbaren Robotern, gemäß einem der Ansprüche 10 bis 11 sowie mehreren Bezugsmittel (9) oder Bilderfassungseinheiten (11). 55

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

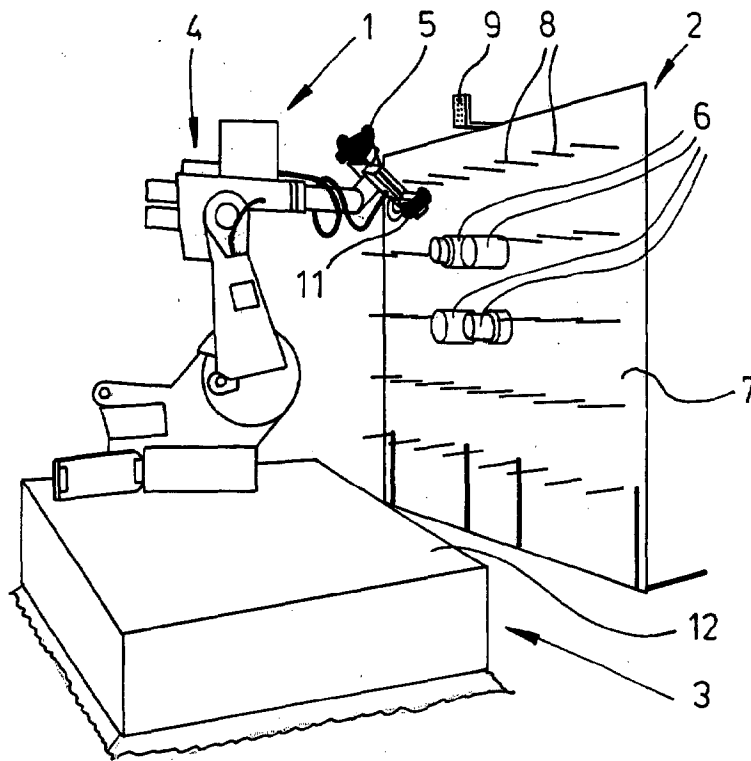


Fig. 1

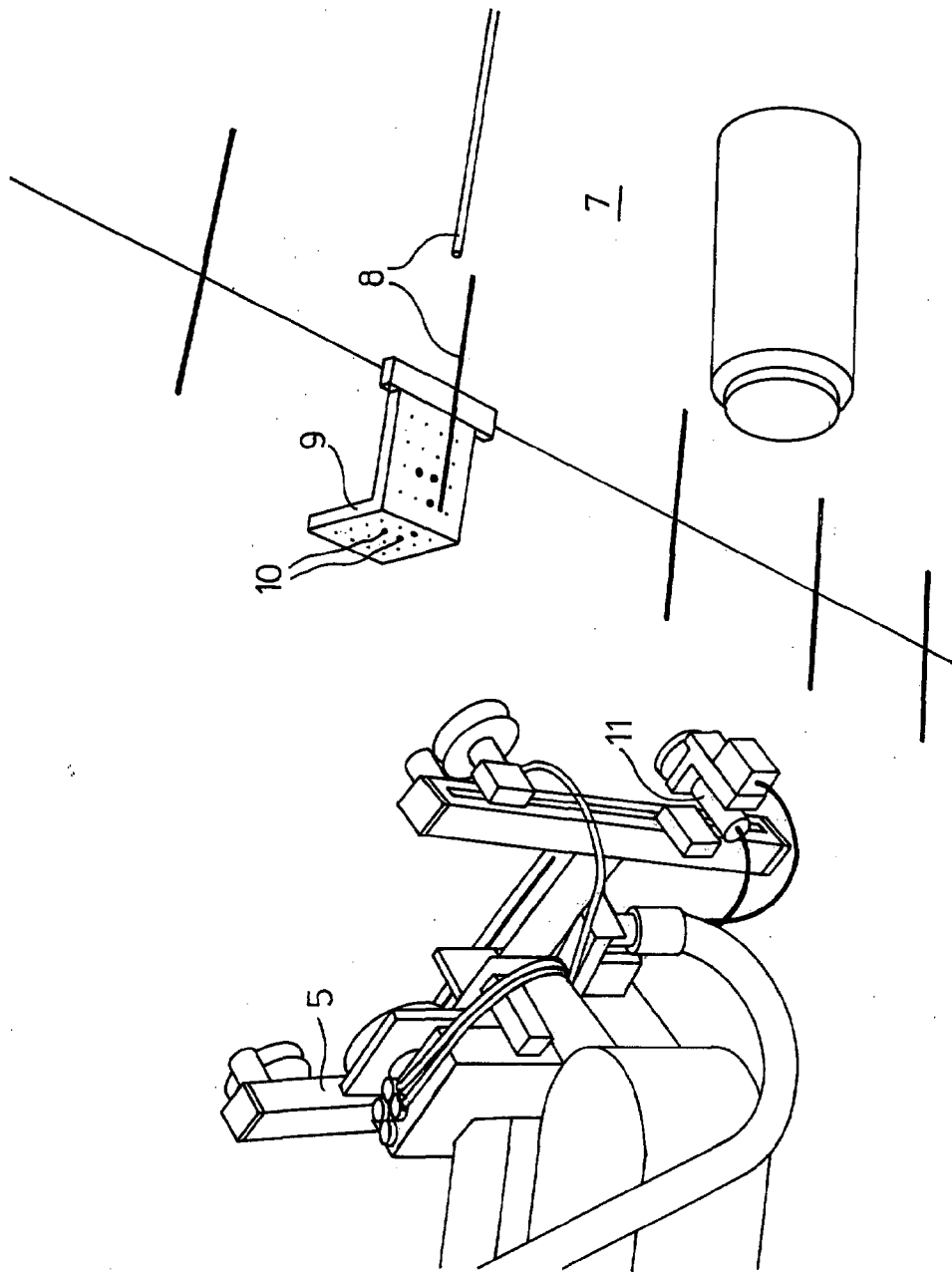


Fig. 2